

Samuel Anttila

YHTENÄISTEN TOIMINTAMALLIEN LUOMINEN
EHDOTUSSUUNNITTELUVAIHEESEEN – TILAVARAUKSET

Rakennustekniikan koulutusohjelma
2016

YHTENÄISTEN TOIMINTAMALLIEN
EHDOTUSSUUNNITTELUVAIHEESEEN – TILAVARAUKSET

LUOMINEN

Anttila, Samuel
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2016
Toimeksiantaja: Optiplan Oy
Valvoja: Hurme, Minna
Ohjaaja: Kivioja, Teppo
Sivumäärä: 35
Liitteitä: 1

Asiasanat: ehdotussuunnittelu, hormielementti, MagiCAD, tilavaraus

Opinnäytetyö tehtiin Optiplan Oy:lle. Työn tarkoituksena oli yhtenäistää toimintatapoja ehdotussuunnitteluvaiheen tilavaraussuunnittelussa. LVI-suunnittelijoilla on samat lähtökohdat tilavaraussuunnitteluun, mutta esitys- ja laskentatavat poikkesivat hieman toisistaan. Toimintatapojen yhtenäistäminen toteutettiin luomalla yhteinen laskenta- ja esitystapa.

Opinnäytetyössä haastateltiin vastaavia suunnittelijoita Optiplan Oy:llä. Haastatte-
luissa selvitettiin suunnittelijoiden toimintatapoja ja tottumuksia tilavaraussuunnitte-
lussa sekä mitä haasteita ehdotussuunnitteluvaiheeseen sisältyy. Opinnäytetyössä
käydään läpi suunnittelua ohjaavia rakentamismääräyksiä sekä ilmanvaihtojärjestel-
mien mitoitusta ja tilavaraussuunnittelun teoriaa.

Toimintatapojen yhtenäistäminen toteutettiin luomalla tilavarauksien MagiCAD mal-
litiedosto ja parantamalla Excel laskentatyökaluja. Mallitiedostoon on esitetty ohjeita
ja valmiita komponentteja, joiden avulla tilavaraukset esitetään aina samalla tavalla.
Laskentatyökaluilla mahdollistetaan, että laskelmat ovat helposti tarkasteltavissa ja
muunneltavissa.

CREATING STANDARD WORKING METHODS IN PROPOSAL ENGINEERING PHASE – SPACE RESERVATION

Anttila, Samuel

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

April 2016

Comissioned by Optiplan Oy

Supervisor: Hurme, Minna

Supervisor: Kivioja, Teppo

Number of pages: 35

Appendices: 1

Keywords: Proposal engineering, ventilation panel, MagiCAD, space reservation

This thesis was made to Optiplan Oy. The purpose of this thesis was to standardize working methods in space reservation at proposal design phase. HVAC engineers have the same base information in space reservation planning but presentation styles were different. Standardizing working methods was implemented by creating common calculus- and presentation style.

For this thesis there were interviewed responsible design engineers at Optiplan Oy. In interviews were found out design engineers' working methods and habits in space reservation planning and what sort of challenges the proposal engineering phase includes. This thesis deals with building regulations which controls engineering, ventilation systems dimensioning and theory of space reservation planning.

Standardizing working methods was implemented by creating MagiCAD model file for space reservation and improving Excel calculation tools. There are represented instructions and ready-made components that help representing of the space reservations. Calculation tools makes possible that calculations can be checked and modified easily.

SISÄLLYS

1	TERMIT JA LYHENTEET.....	6
2	JOHDANTO	7
3	EHDOTUSSUUNNITTELUVAIHEESEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET	8
3.1	Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto.....	8
3.2	Tilavaraussuunnittelua koskevat määräykset ja ohjeet	9
3.3	Äänieristys ja melun torjunta rakennuksessa.....	11
3.4	Rakennusten paloturvallisuus	11
4	EHDOTUSSUUNNITTELUN NYKYTILA JA TAVOITETILA.....	13
4.1	Nykytila	13
4.1.1	Haasteet ehdotussuunnitteluvaiheessa.....	13
4.2	Tavoitetilä	14
5	ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN VALINTA	14
5.1	Keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä.....	15
5.2	Hajautettu ilmanvaihtojärjestelmä	16
5.3	Ilmanvaihtojärjestelmän ja –laitteiden mitoitus.....	17
5.3.1	Kuormituksen vaikutus mitoitukseen.....	18
5.3.2	Asuinrakennusten ilmanvaihdon kesätehostus	18
5.4	Mitoituksessa käytettävät laskentatyökalut	18
5.4.1	Ilmamäärätaulukot	19
5.4.2	Konehuoneen ja pystyroilojen tilantarve -taulukko	21
6	TILAVARAUSSUUNNITTELU	22
6.1	Talotekniikan pystynousujen tilavaraussuunnittelu	22
6.1.1	Ilmanvaihtokanavien tilavaraukset	24
6.1.2	Vesi- ja viemäriputkien tilavaraukset.....	24
6.1.3	Lämmitysputkien tilavaraukset.....	25
6.2	Ilmanvaihtokonehuoneen tilavaraussuunnittelu.....	25
6.2.1	Keskitetty järjestelmä	25
6.2.2	Hajautettu järjestelmä.....	26
6.3	Lämmönjakohuoneen tilavaraussuunnittelu	27
6.3.1	Vesimittari	28
7	TILAVARAUSTEN ESITYSTAPA.....	30
7.1	Pystynousut.....	31
7.2	Ilmanvaihtokonehuone	32

7.3	Lämmönjakohuone.....	33
8	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	

1 TERMIT JA LYHENTEET

A2-s1, d0 rakennustarvike	Palamaton materiaali
dB	Desibeli
dwg	MagiCAD tiedostomuoto
Excel	Laskentaohjelma
kondensoituminen	Tiivistyminen
MagiCAD	Suunnitteluohjelma
mm	Millimetri
m/s	Metriä sekunnissa
m ²	Neliömetri
RakMK	Suomen Rakentamismääräyskokoelma
VAK	Valvonta-alakeskus

2 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Optiplan Oy. Ohjaajana Optiplan Oy:llä toimi Minna Hurme. Satakunnan ammattikorkeakoulun ohjaavana opettajana toimi Teppo Kivioja. Työ tehtiin Optiplan Oy:lle, joka on NCC-konserniin kuuluva kokonaissuunnittelutoimisto, joka tarjoaa rakennussuunnittelupalveluita asunto-, toimitila- sekä korjausrakentamiseen. Pääkonttori sijaitsee Helsingissä ja muut toimipisteet ovat Turussa, Tampereella ja Oulussa. Optiplan työllistää yli 220 henkilöä. (Optiplanin [www-sivut](http://www.optiplan.fi) 2016)

Tämän opinnäytetyön aiheena on esittää tilavaraussuunnittelun laskenta- ja esitystapa, joilla yhtenäistetään toimintatapoja suunnittelijoiden välillä ehdotussuunnitteluvaiheessa. Yhtenäisten toimintatapojen avulla on mahdollista välttää esimerkiksi mitotuslaskelmien laatiminen useaan otteeseen hankkeen siirtyessä suunnittelijalta toiselle. Hyvällä ehdotussuunnittelulla voidaan vaikuttaa suunnittelu-aikaan ja -kustannuksiin. Opinnäytetyössä käsitellään talotekniikan pystynousujen, ilmanvaihtokonehuoneen sekä lämmönjakohuoneen tilavarauksien suunnittelua.

Opinnäytetyö rajattiin asuinkerrostalojen ja toimitilojen ehdotussuunnitteluvaiheen tilavarauksiin. Työn tuloksena laadittiin tilavarauksien MagiCAD mallitiedosto, joka kattaa hormielementtien ja levyrakenteisten kuilujen, ilmanvaihtokoneiden, ilmanvaihtokonehuoneiden sekä lämmönjakohuoneiden tilavarausohjeet ja valmiita komponentteja. Työssä ei käydä läpi pientaloissa tai rivitaloissa tarvittavia tilavarauksia.

3 EHDOTUSSUUNNITTELUVAIHEESEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET

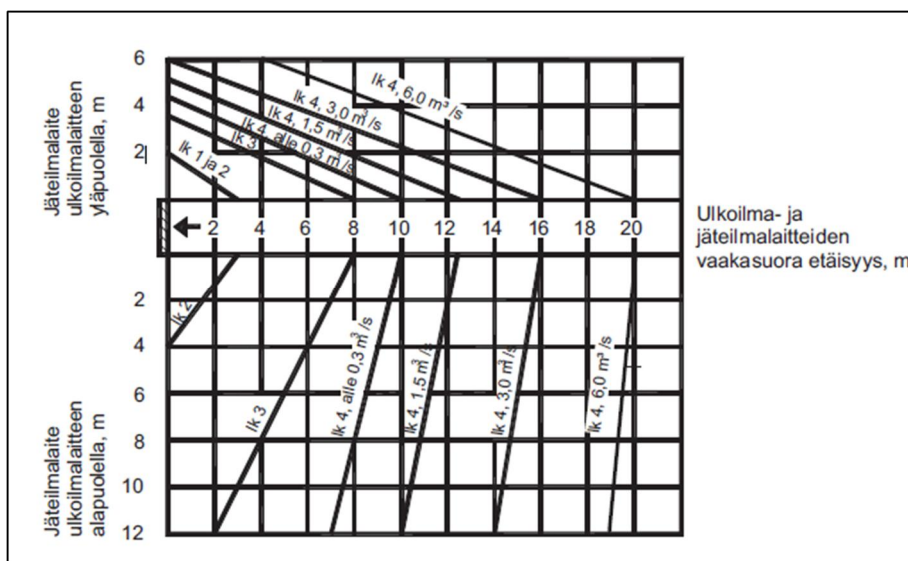
Suunnittelua ohjataan rakentamismääräyksillä. Tässä kappaleessa kerrotaan määräysten osista, jotka liittyvät tilavaraussuunnitteluun.

3.1 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto

Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osa D2 sisältää määräyksiä ja ohjeita rakennusten sisäilmastosta sekä ilmanvaihdesta. Määräyksissä on esitetty ohjearvoja tiloille, jotka määrittävät raja-arvoja myös tilavarasuunnitteluun. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä suunnitellaan ja rakennetaan siten, että tavanomaisissa käyttötilanteissa ja sääoloissa luodaan edellytyksen terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle sisäilmastolle. (Suomen RakMK D2 2012, 9)

Ilmanvaihtokanavien reittejä suunnitellessa pitää ottaa huomioon ulkoilmalaitteiden sijoitus. Rakennuksen ulkoilmalaitteet sijoitetaan siten, että sisään tuleva ulkoilma on mahdollisimman puhdasta. Ulkoilmaa ei oteta minkään ilmanlaatua huonontavan rakenteen tai rakennusosan kautta. Ulkoilmalaitteiden sijoittamisessa etäisyys jäteilmalaitteisiin ilmenee kuvasta 1. (Suomen RakMK D2 2012, 11)

Kuva 1. Ulkoilmalaitteiden sijoittaminen jäteilmalaitteisiin nähden. (Suomen RakMK D2 2012, 13)



Rakennuksen jäteilma johdetaan ulos siten, ettei siitä aiheudu terveydellistä tai muuta haittaa rakennukselle, sen käyttäjille tai ympäristölle. Yleensä jäteilman pääsy ikkunoihin ja oleskelualueille estetään johtamalla se rakennuksen korkeimman osan vesikaton yläpuolelle ja suuntaamalla puhallus ylöspäin. (Suomen RakMK D2 2012, 12)

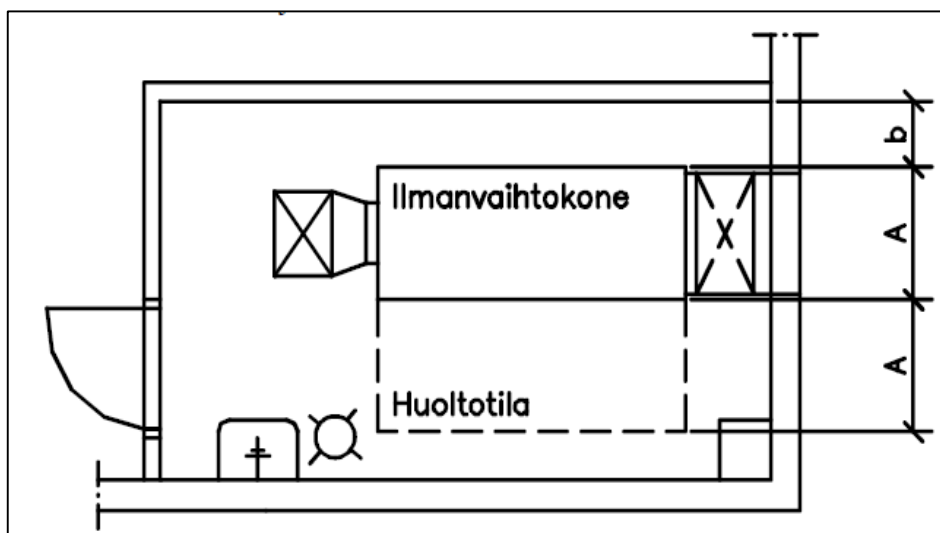
Koneellisessa ilmanvaihdossa kanavien yhdistäminen ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien tai savukaasujen leviämisvaaraa. Kuitenkin yhden asunnon kaikkien tilojen poistoilma voidaan johtaa samaan kokooja kanavaan tai poistoilmakammioon ja siten ulos rakennuksesta. (Suomen RakMK D2 2012, 15)

”Ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtoja on voitava ohjata kuormituksen ja ilman laadun mukaan käyttötilannetta vastaavasti.” Asuinrakennuksen tehostetun ilmavirran on oltava vähintään 30 % suurempi kuin käyttöajan ilmavirta. Ilmanvaihdon tehostus voidaan toteuttaa esimerkiksi liesikuvun tehostetulla ilmavirralla. Ilmavirtoja voidaan ohjata tarvittaessa käyttöajan ilmavirtoja pienemmiksi, ilmanvaihdon ollessa ohjattavissa asuntokohtaisesti. (Suomen RakMK D2 2012, 10)

Pystynousujen tilavarauksien suunnittelussa tulee huomioida, että kosteuden tiivistyminen voi aiheuttaa vahinkoja rakenteille ja ilmanvaihtojärjestelmälle. Sen vuoksi ilmanvaihtokoneisiin, -kammioihin ja -kanaviin tulee asentaa lämmön- ja kosteuden-eristeet. (Suomen RakMK D2 2012, 21)

3.2 Tilavaraussuunnittelua koskevat määräykset ja ohjeet

Ilmanvaihtokonehuoneen laitteiden huoltopuolelle on varattava riittävästi tilaa laitteiden huoltoa ja puhdistusta varten, vähintään huollettavien laitteiden mittainen tila huoltosuunnassa. Lisäksi ilmanvaihtokoneiden toiminto-osien ja laitteiden ympärille varataan riittävästi tilaa, jolla varmistetaan huollettavuus. Ilmanvaihtokoneiden huoltoluukkujen tulee olla avattavissa ilman työkaluja. Kuvassa 2 on esitetty periaatteita koteloidun ilmanvaihtokoneen tarvitsemalle tilalle. Jos konehuoneessa on useita koneita, on niille varattava erikseen tilaa huoltoa ja korjauksia varten. Kahdella vastakkain olevalla ilmanvaihtokoneella voi olla yhteinen huoltotila, mutta se tulee mitoitaa suuremman ilmanvaihtokoneen tarvitseman tilan mukaan. (Suomen RakMK D2 2012, 21)



Kuva 2. Koteloidun ilmanvaihtokoneen tarvitsema tila. (Suomen RakMK D2 2012, 21)

Ilmanvaihtokonehuoneen lisäksi, lämmönjakohuoneelle tulee esittää tilavaraus. Lämmönjakohuoneen mitoitus tehdään sinne asennettavien laitteiden tilantarpeiden mukaan. Laitteille varataan riittävästi tilaa, millä mahdollistetaan niiden tarkoituksenmukainen sijoittelu sekä otetaan huomioon käytön, huollon ja puhdistamisen tarvitsema tila. Lämmönjakohuoneen laitteet ja niiden sijoittelu esitetään kaukolämpösuunnitelmassa. Taulukossa 1 on esitetty ohjeellinen tilantarve kaukolämpölaitteille. Jos samaan tilaan sijoitetaan muita laitteita, kuten sähköpääkeskus, keskuspolynimuri tai ilmanvaihtolaite, on niille varattava erikseen riittävästi tilaa. (Energiateollisuus 2013, K1, 4)

Taulukko 1. Ohjeellinen tilantarve kaukolämpölaitteille. (Energiateollisuus 2013, K1, 4)

Asuinrakennuksen tilavuus m^3	Lämmönsiirrinten lukumäärä	Kaukolämpölaitteiden tilantarve m^2	Muiden laitteiden tilantarve m^2
500	2	2	määritetään laitteiden tilantarpeen mukaisesti ja lisätään kaukolämpölaitteiden tilantarpeeseen
500	3	2,5	
1 000	3	3	
1 000	4	4	
10 000	4	5	
20 000	4	5	

Energiateollisuuden julkaisussa K1/2013 on esitetty, että lämmönmyyjä määrittelee mittauskeskuksen sijoituksen ja tilantarpeen. Mittauskeskus sijoitetaan liittymisjohdon kannalta edullisimpaan paikkaan, jonka vuoksi lämmönjakohuone sijoitetaan

yleensä rakennuksen ulkoseinälle. ”Mittauskeskuksen eteen varataan vapaata huoltotilaa 800 mm sen koko pituudelta. Huoltotilan korkeuden on oltava vähintään 2000 mm. Lämmönjakokeskuksen huoltoa tarvitseville sivuille jätetään vapaata huoltotilaa vähintään 600 mm. Sähkölaitteille on varattava sähköturvallisuusmääräysten mukainen huoltotila.” (Energiateollisuus 2013, K1, 5)

3.3 Äänieristys ja melun torjunta rakennuksessa

Suomen RakMK osassa C1 on esitetty määräyksiä ja ohjeita liittyen rakennusten äänieristykseen sekä melun torjuntaan. ”Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että melu, jolle rakennuksessa tai sen lähellä olevat altistuvat, pysyy niin alhaisena, ettei se vaaranna näiden henkilöiden terveyttä ja että se antaa mahdollisuuden nukkua, levätä ja työskennellä riittävän hyvissä olosuhteissa.” (Suomen RakMK C1 1998, 3)

Asunnon suurimmat sallitut keskiäänitasot eli jatkuva vakioäänitaso rakennuksessa olevista LVIS-laitteista ja niihin rinnastettavista laitteista ovat keittiössä 33 dB ja muissa huoneissa 28 dB. Enimmäisäänitaso on keittiössä 38 dB ja muissa huoneissa 33 dB. Ääntä voidaan hiljentää esimerkiksi suurentamalla kanavakokoja, jolloin ilmannopeus kanavissa pienenee. (Suomen RakMK C1 1998, 5)

3.4 Rakennusten paloturvallisuus

Suomen RakMK osa E1 sisältää määräyksiä ja ohjeita rakennusten paloturvallisuudesta. Uudet rakennukset määritellään paloluokkien P1, P2 ja P3 mukaan. Asuinkerrostalot suunnitellaan yleisesti paloluokkaan P1. RakMK E1 määrittelee paloluokan P1 seuraavasti: ”Paloluokkaan P1 kuuluvan rakennuksen kantavien rakenteiden oletetaan pääsääntöisesti kestävän palossa sortumatta. Rakennuksen kokoa ja henkilömäärää ei ole rajoitettu.” (Suomen RakMK E1 2011, 10)

Rakennus jaetaan eri palo-osastoihin, jotta voidaan rajoittaa palon ja savun leviämistä, turvata poistuminen rakennuksesta, helpottaa pelastus- ja sammutustoimia sekä rajoittaa omaisuusvahinkoja. Rakennuksen palo-osastot muodostetaan yleensä ker-

roksittain, jossa asuin- ja kellarikerrokset sekä ullakko ovat omat paloalueensa, jolloin sitä kutsutaan kerrososastoinniksi. Pinta-alaosastointi tarkoittaa sitä, että palo-osaston koko rajoitetaan siten, ettei osastossa syttyneestä palosta aiheudu kohtuuttoman suuria omaisuusvahinkoja. Kun kyseessä on käyttötapaosastointi, tilat on jaettava eri palo-osastoihin, jos niiden käyttötapa tai palokuorma poikkeaa oleellisesti muista tiloista ja se on tarpeellista henkilöiden tai omaisuuden suojaamiseksi. Asuinhuoneistot jaetaan yleensä omiin palo-osastoihin. Tarpeelliset putket, roilot, kanavat, johdot, hormit sekä kuljetuslaitteistojen läpiviennit voidaan johtaa osastoivan rakennusosan läpi edellyttäen, että rakennusosan osastoivuutta ei olennaisesti heikennetä. (Suomen RakMK E1 2011, 13;19)

Tilavaraussuunnittelussa tulee ottaa huomioon roilon tai hormielementin seinämien palonkesto aika, joka valitaan siten, ettei palo pääse määrättyssä ajassa leviämään palo-osastosta toiseen. Roilon seinämän kohdalla ilmanvaihtokanavaan tulee palonrajoitin. Jolloin roilossa kulkevia kanavia ei tarvitse paloeristää edellyttäen, että sen seinämien palonkesto aika on valittu sen kanavan mukaan, jolla on suurin paloluokkavaatimus. (Suomen RakMK E7 2004, 7)

Rakennuksen ilmanvaihtolaitteet tehdään siten, ettei palon ja savukaasujen leviämisaara lisäänn. Ilmanvaihtokanavien ja kanavaosien on kestettävä niihin kohdistuva rasmus, kuten puhdistaminen ja kuumuus. Ilmanvaihtokanavissa käytetään yleensä vähintään A2-s1, d0-luokan rakennustarvikkeita. Luokan A2-s1, d0 rakennustarvike tarkoittaa palamatonta materiaalia, joka voi palossa tuottaa erittäin vähäisen määrän savukaasuja, mutta siitä ei irtoa palavia pisaroita eikä osia. (Suomen RakMK E1 2011, 19; Suomen RakMK E7 2004, 4; Paroc:n www-sivut 2016)

Tarvittaessa rakennuksesta tulee voida poistua turvallisesti helppokulkuisia ja riittävän leveitä uloskäytäviä pitkin. Uloskäytävän vähimmäisleveys määräytyy sen kautta poistuvien henkilöiden lukumäärän perusteella. Uloskäytävien leveys asuinkeerrostaossa tulee yleensä olla vähintään 1200 mm aina rakennuksessa asuvaan 120 henkilöön saakka. Henkilömäärän ylittyessä uloskäytävien leveyteen lisätään 400 mm jokaista yli menevää 60 henkilöä kohden. Uloskäytävän vähimmäiskorkeus on 2100 mm ja sen alapuolella ei saa olla putkia, palkkeja, valaisimia tai muita esteitä. (Suomen RakMK E1 2011, 30)

4 EHDOTUSSUUNNITTELUN NYKYTILA JA TAVOITETILA

Opinnäytetyössä kartoitettiin Optiplan Oy:n ehdotussuunnitteluvaiheen nykytilaa, haasteita ehdotussuunnittelussa ja tavoitetilaa.

4.1 Nykytila

Optiplanin suunnittelijoilla on samat lähtöperiaatteet tilavaraussuunnittelulle, mutta esitystavat poikkeavat jonkin verran toisistaan. Osa suunnittelijoista käyttää ehdotussuunnittelussa Excel-pohjaisia aputyökaluja, mutta osa laskee tilavarauksia käsin paperille. Käsin tehtyjen laskelmien ongelma on se, että suunnittelija saattaa vaihtua kesken projektin ja silloin uusi suunnittelija ei välttämättä voi nopeasti tarkastaa suunnitelmien oikeellisuutta.

Opinnäytetyössä on haastateltu vastaavia suunnittelijoita eri toimipisteistä: Janne Kortelaista, Jouni Mantelaa, Jyrki Marttilaa, Mikko Moilasta, Harri Sipilää ja Olli Suonpäättä. Nämä suunnittelijat laativat tilavarasuunnitelmia Turussa, Oulussa, Tampereella ja Helsingissä. Heidän tapojensa ja ajatusten pohjalta työtä on lähdetty tekemään. Haastattelukysymykset ovat liitteenä (Liite 1). Haastatteluissa hormilla tarkoitetaan betonista hormielementtiä.

4.1.1 Haasteet ehdotussuunnitteluvaiheessa

Haasteena ehdotussuunnittelussa on usein se, että suunnittelu pitää aloittaa vähäisillä lähtötiedoilla. Suunnittelu aloitetaan yleensä arkkitehtipohjien ja ehdotussuunnitteluvaiheen energiaselvityksen pohjalta. Yleensä on saatu alustavat pohjakuvat rakennuksesta, joihin tulee vielä muutoksia, kuten tiloja saattaa tulla lisää ja niiden käyttötarkoitus voi muuttua. Välipohjarakenteet ja ontelolaattojen suunta ei välttämättä ole tiedossa alusta saakka. Usein ongelmana myös on, kun vastaava suunnittelija käy suunnittelun alkuvaiheessa palavereissa, joissa sovitaan asioita suunnitteluun liittyen, kaikki tieto ei välity välttämättä muille hankkeessa mukana oleville suunnittelijoille. Optiplanilla on käytössä lähtötietokaavake, jonka täyttäminen ja lähettäminen tilaajalle kommentoitavaksi olisi hyvä tehdä mahdollisimman nopeasti projektin alkuvai-

heessa. (Mantela henkilökohtainen tiedonanto 27.1.2016; Sipilä henkilökohtainen tiedonanto 28.1.2016; Suonpää henkilökohtainen tiedonanto 25.1.2016; Sipilä ja Jouni)

Mikäli arkkitehdin pohjiin tulee tilamuutoksia, niillä on vaikutusta tarvittaviin ilmamääriin, joka taas muuttaa kanavien ja sen kautta kuilujen ja hormielementtien kokoa. Ilmanvaihtojärjestelmä on välttämätön tietää jo alussa, koska hajautetun ja keskitetyn ilmanvaihdon hormit ovat erilaiset. Ehdotussuunnitteluvaiheessa sadevesiviemäreille varataan usein tilaa useampaan kuiluun, koska kattokaivojen sijainnista ei ole vielä tarkkaa tietoa. Ilmanvaihtokonehuoneen sijainti tulisi selvittää ennen kuilujen tilavarausten määrittämistä. Näin varmistutaan kuilujen oikeasta sijainnista ilmanvaihtokoneeseen nähden. (Kortelainen henkilökohtainen tiedonanto 2.2.2016; Mantela henkilökohtainen tiedonanto 27.1.2016; Sipilä henkilökohtainen tiedonanto 28.1.2016)

4.2 Tavoitetila

Tämän työn tavoitteena on saada Optiplan Oy:lle yhtenäinen esitystapa ja luoda yhteinen ehdotussuunnitteluvaiheessa käytettävä MagiCAD dwg-mallitiedosto, joka sisältää hormien, ilmanvaihtokonehuoneen sekä lämmönjakohuoneen tilavarauksiin tarvittavat tiedot sekä valmiit elementit. Tämän tarkoitus on nopeuttaa ehdotussuunnitteluvaiheen tilavaraussuunnittelua. Tavoitteena on myös parantaa jo käytössä olevia tilavaraussuunnittelussa käytettäviä Excel-laskentatyökaluja.

5 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN VALINTA

Tässä opinnäytetyössä perehdytään vain koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmään. Työssä ei pohdita ratkaisuvaihtoehtoina painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää, eikä koneellista poistoilmanvaihtojärjestelmää tai hybridijärjestelmää. Ilmanvaihtokanavien koko vaikuttaa olennaisesti kuilujen ja hormielementtien koon, koska kanavat käyttävät suuren osan niiden tarvitsemasta pinta-alasta. Tarvit-

tavat ilmamäärät vaikuttavat ilmanvaihtokoneen kokoon ja sen seurauksena myös ilmanvaihtokonehuoneessa tarvittavaan tilaan.

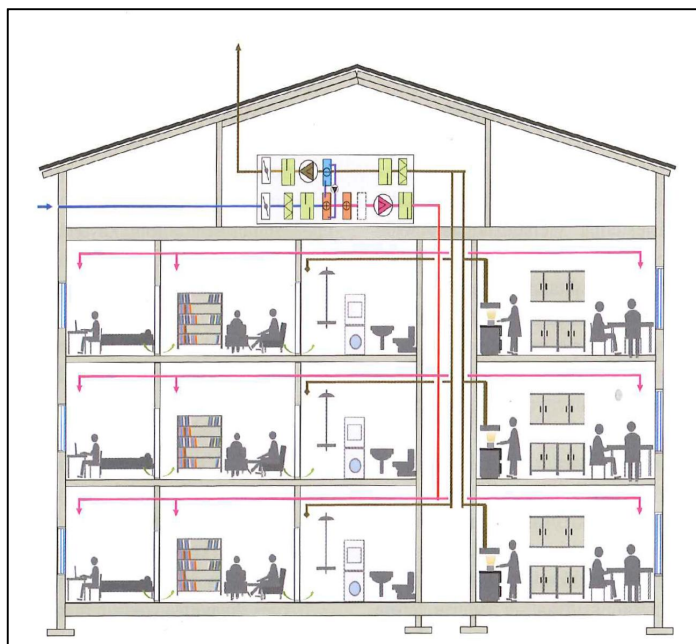
5.1 Keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä

Yleensä keskitetyssä tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmässä asuinrakennuksessa on yksi keskusilmanvaihtokone, joka sijoitetaan usein rakennuksen ylimpään kerrokseen tai vesikatolla olevaan ilmanvaihtokonehuoneeseen. Mikäli ilmanvaihtokone sijoitetaan ylimpään kerrokseen ja samassa kerroksessa on asuntoja, ne saattavat tarvita omat ilmanvaihtokoneet. Keskitetty tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä voidaan toteuttaa esimerkiksi kahdella erilaisella tavalla. Vaihtoehtoisesti ilmavirran säätö on joko keskitetty tai huoneistoissa on tarpeenmukainen säätö. Asuinkerrostalon keskusilmanvaihtokoneessa lämmöntalteenottolaitteena käytetään levylämmönsiirrintä tai liuospatteriparia. Koska samoista poistoilmakanavista tulee myös pesuhuoneiden liukainen ilma, tällöin ei voida käyttää pyörivää lämmöntalteenottoa, jossa poistoilmasta tulevia hajuja voi sekoittua tuloilmaan. Levylämmönsiirtimiä ovat ristivirta- ja vastavirtasiirtimet. Liuospatterissa kierrätetään vesi-glykoliliuosta, jonka avulla lämpö siirretään poistoilmasta tuloilmaan. Kuvassa 3 on keskitetyn järjestelmän linjakuva. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 123)

Keskitetyllä säädöllä varustetuissa huoneistoissa ei ole mahdollisuutta säätää ilmavirtaa huoneistokohtaisesti. Silloin ilmanvaihdon kesätehostus säädetään suoraan ilmanvaihtokoneelta. Tällöin käytetään yleensä suurempia yhteisiä nousukanavia. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 123)

Tarpeenmukaisella säädöllä varustetussa huoneistossa ilmavirtaa voidaan tehostaa esimerkiksi liesikuvulta ruuanlaiton yhteydessä tai pesuhuoneeseen aiheutuessa kosteuskuormitusta. Poissaoloaikana ilmavirtaa voidaan pienentää. Ilmavirran säätö tapahtuu kanavapaineita muuttamalla tulo- ja poistokanavissa olevilla ilmavirtasäätimillä. Huoneistojen tulo- ja poistokanavat voidaan johtaa erilliskanavina ilmanvaihtokonehuoneeseen tai koota yhteisiin nousukanaviin. Erilliskanavissa ilmavirtojen säätö ei vaikuta muiden huoneistojen ilmavirtoihin. Käytettäessä yhteisiä nousu-

kanavia on ne mitoittava riittävän väljiksi, ettei ilmavirtojen säädöllä ole vaikutusta muiden huoneistojen ilmavirtoihin. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 123)

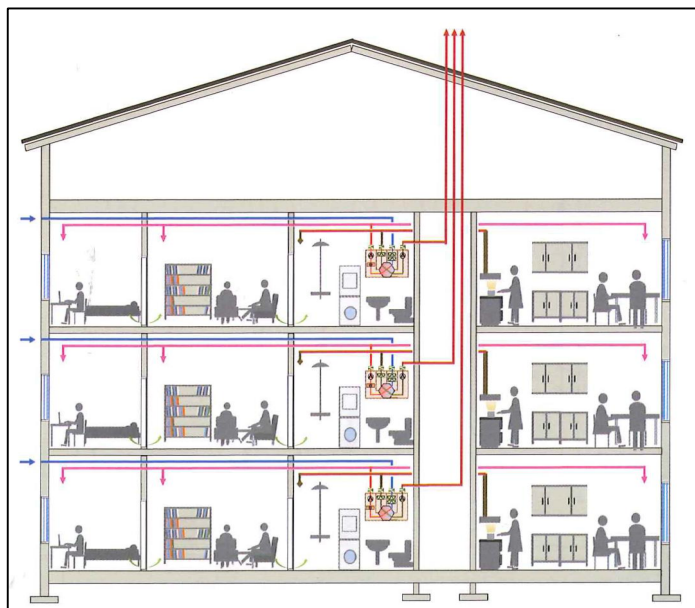


Kuva 3. Keskitetty tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 124)

5.2 Hajautettu ilmanvaihtojärjestelmä

Asuinkerrostaloissa hajautettu ilmanvaihtojärjestelmä toteutetaan huoneistokohtaisilla ilmanvaihtokoneilla. Huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet sijoitetaan yleensä pesuhuoneeseen, mutta ne voidaan sijoittaa myös erilliseen tilaan. Linjakuva hajautetusta ilmanvaihtojärjestelmästä on esitetty kuvassa 4. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 125)

Huoneistoihin tuleva ulkoilma otetaan yleensä rakennuksen ulkoseinältä. Poistoilma johdetaan usein erillisillä nousukanavilla vesikatolle, mutta joissain tapauksissa se voidaan puhaltaa ulos rakennuksen ulkoseinältä. Huoneistojen poistoilmat voidaan kerätä vaihtoehtoisesti suurempaan yhteiskanavaan. Yhteiskanavan mitoituksessa tulee huolehtia sen alipaineisuudesta ja ettei huoneistojen ilmavirtoja säädettäessä siitä aiheudu haittaa toisten huoneistojen ilmavirtoihin. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 125)



Kuva 4. Hajautettu tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 125)

5.3 Ilmanvaihtojärjestelmän ja -laitteiden mitoitus

Yleensä toimitilojen ulko- ja jäteilmavirrat pyritään suunnittelemaan lähes yhtä suuriksi, jolloin rakennukseen saadaan ilmapirtatasapaino. Toimistotiloissa tulo- ja poistoilmavirrat ovat usein yhtä suuria, mutta esimerkiksi WC-tiloista ja siivouskomeeroista vain poistetaan ilmaa, jolloin sitä tuodaan niihin muista tiloista siirtoilmana. Rakennuksessa voi olla muitakin likaisempia tiloja ja ne suunnitellaan alipaineisiksi puhtaampiin tiloihin nähden, jolloin ilma ei pääse virtaamaan likaisesta tilasta puhtaampaan päin. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 97)

Asuinrakennukset poikkeavat muista rakennuksista siten, että ne suunnitellaan hieman alipaineisiksi, jolla varmistetaan, ettei sisäilman kosteus tunkeudu höyrysulun läpi rakenteisiin ja aiheuta kosteuden tiivistymistä. Poistoilmavirta mitoitetään yleensä noin 5-10 % suuremmaksi kuin tuloilmavirta. Rakennuksen liian suuri alipaineisuus lisää tarvittavan korvausilman määrää ja se voi aiheuttaa rakenteiden vuotokohdissa lämpötilan laskusta johtuvaa kosteuden tiivistymistä. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 97)

Mitoitukseen vaikuttavia yleisimmin käytettyjä tilatyypin LVI-vaatimuksia ovat mm. ilmavirta neliömetriä kohden, tavoitelämpötila kesällä ja talvella, suhteellinen kosteus kesällä ja talvella, maksimi äänitaso, puhtausluokka sekä ali- ja ylipaineisuus. Kiinteistölle voidaan asettaa myös muita vaatimuksia, jotka vaikuttavat ilmanvaihdon suunnitteluun, kuten rakennuksen energiankulutus sekä ympäristöluokitustaso. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 2, 33)

5.3.1 Kuormituksen vaikutus mitoitukseen

Ilmanvaihtojärjestelmän mitoittamisessa tulee huomioida, että huonetilassa muodostuu koko ajan epäpuhtauksia sekä lämpö- ja kosteuskuormitusta ihmisistä, ruuanlaitosta, laitteista sekä rakennuksen eri materiaaleista, kuten seinistä, katosta, lattiasta, huonekaluista ja tekstiileistä. Huoneen pinnat keräävät ilmasta epäpuhtauksia ja päästävät niitä myöhemmin takaisin sisäilmaan. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 1, 99)

5.3.2 Asuinrakennusten ilmanvaihdon kesätehostus

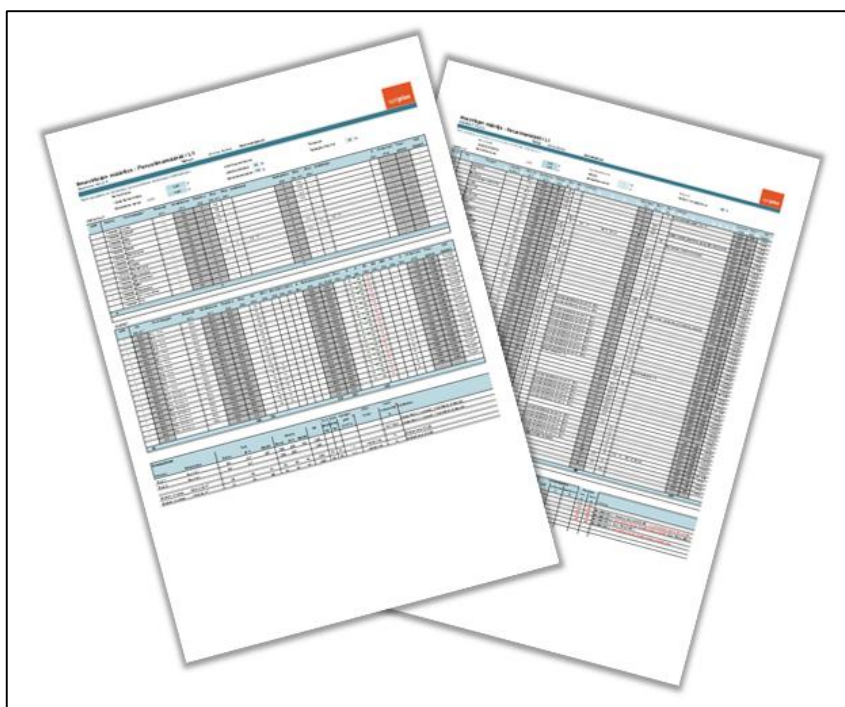
Rakennuksen suunnittelussa on otettava huomioon, että tilat eivät pääse lämpenemään haitallisesti. Erityisesti kesällä ulkolämpötilasta ja auringonsäteilystä aiheutuu lämpökuormaa rakennuksiin. Ensisijaisesti tilojen yllälämpenemistä yritetään välttää rakenteellisilla ja muilla passiivisilla keinoilla. Lämpötilavaatimusten täyttämiseksi rakennukseen voidaan tarvita jäähdytysjärjestelmä tai ilmanvaihdon kesätehostus. Mikäli rakennukseen tulee kesätehostus, täytyy se ottaa huomioon myös ilmanvaihdon ja ilmanvaihtokanavien mitoituksessa. Tehostetut ilmavirrat saattavat tarvita suuremmat kanavat. (Ympäristöministeriö. 2012. D3 Laskentaopas, 6)

5.4 Mitoituksessa käytettävät laskentatyökalut

Optiplanilla ehdotussuunnitteluvaiheessa käytetään apuna erilaisia Excel-pohjaisia mitoistustyökaluja. Niillä mahdollistetaan, että laskelmat ovat helposti tarkasteltavissa ja muutettavissa.

5.4.1 Ilmamäärätaulukot

Optiplan Oy:n LVI-suunnittelijoilla on käytössä kaksi erilaista ilmamäärätaulukkoa. Ilmamäärätaulukoiden avulla voidaan määrittää esimerkiksi tilakohtaiset ja eri ilmanvaihtokoneille tulevat ilmavirrat, joiden perusteella voidaan aloittaa hormien tarvitsemien tilavarauksien suunnittelu tai määrittää alustavasti, kuinka suuri ilmanvaihtokone ja konehuone rakennukseen tarvitaan. Tämän työn lopputuloksena kehitettiin kyseisiä Excel-laskentatyökaluja. Kuvassa 5 on esitetty ilmamäärätaulukoiden tulosasu.



Kuva 5. Excel ilmamäärätaulukot. (Kuva Samuel Anttila)

Ensimmäiseen taulukkoon voidaan kirjata tilakohtaisesti haluttu ilmamäärä neliömetriä kohden. Vaihtoehtoisesti muu ilmamäärä sarakkeella voidaan ohittaa neliökohtainen ilmamäärä. Taulukko laskee jokaiselle tilalle ilmanvaihtokertoimen sekä tulo- ja poistoilman suhteen. Jokaiselle tilalle merkataan, millä koneella toteutetaan kyseisen tilan ilmanvaihto sekä opinnäytetyössä lisättyyn sarakkeeseen hormin numero, josta tilan tulo- ja poistoilma johdetaan ilmanvaihtokoneelle. Taulukkoa voidaan hyödyntää sekä asuntojen, että toimitilojen suunnittelussa. Toinen taulukko on pääpiirteittäin samanlainen, mutta taulukkoon merkataan ilmamäärät asuntokohtaisesti, jolloin se toimii paremmin hajautetun ilmanvaihdon suunnittelussa.

Taulukoihin on esitetty kaikki rakennukseen tulevat ilmanvaihtokoneet. Koneille kirjataan palvelualueet ja se laskee jokaisen koneen ilmamäärät normaalissa ja tehostustilanteessa. Taulukkoon voidaan myös kirjata konekohtaisesti tulo- ja poistupuolen paineenkorotukset, SFP-luku, lämmöntalteenotto sekä kanavalähtöjen koot myöhempiä tarkastelua varten.

Opinnäytetyössä ilmamäärätaulukkoita parannettiin lisäämällä niihin pystynousujen kanavakokojen määrittystaulukko, joka on esitetty taulukossa 2. Taulukolla voidaan määrittää kuilukohtaisesti, jokaisen ilmanvaihtokanavan pystynousun koko. Taulukko kerää asuntojen ja tilojen tarvitsemat tulo- ja poistoilmamäärät ilmamäärätaulukosta, sinne merkatun horminumeron perusteella. Tehostetut ilmamäärät lasketaan tulo- ja poistoilman sekä taulukon lähtöarvoihin merkatun tehostusprosentin mukaan. Tällä voidaan selvittää kanavien pystynousujen tarvittava koko, joka vaikuttaa tarvittavaan kuilujen tai hormielementtien tilavarauksiin. Kanavakokoja muuttamalla saadaan kanavaan haluttu ilmannopeus.

Kanavakokojen määrittystaulukossa harmaapohjaiset solut ovat niitä, joihin suunnittelija kirjaa itse tarvittavat arvot. Valkopohjaisiin soluihin taulukko laskee arvot ilmamäärätaulukkoon sekä kanavakokojen määrittystaulukkoon kirjattujen lukujen perusteella. Ilmamäärätaulukossa jokaisen tilan tai asunnon kohdalle kirjataan hormin numero, jossa tulo- ja poistoilma halutaan tuoda. Mikäli hormissa kulkee useampia kanavia, voidaan merkintä esittää esimerkiksi 1.1, jolloin ensimmäinen numero on hormin numero ja jälkimmäinen siellä kulkevan kanavan numero.

Jotta äänitaso ei nouse liian korkeaksi, kanavassa kulkevan ilman nopeuden olisi hyvä olla alle 5 m/s. Taulukon kanavien kokoja ei kuitenkaan voida lukita muuttumaan pelkän ilmannopeuden perusteella, koska kaikki kohteet ovat erilaisia. Johonkin kohteeseen tilaaja voi haluta esimerkiksi tavallista hitaammat ilmannopeudet. Ilmamäärätaulukkoon on kirjattu tehostetun ilmavirran prosentuaalinen määrä normaaliin verrattuna. Kanavakokojen määrittystaulukon laskelmissa on otettu huomioon rakennuksen ilmanvaihdon tehostus. Tällöin äänitasot pysyvät hallinnassa myös tehostustilanteessa.

Taulukko 2. Kanavakokojen määritystaulukko. (Taulukko Samuel Anttila)

Hormi numero	Tuloilma (l/s)	Tehostettu tulo (l/s)	Poistoilma (l/s)	Tehostettu poisto (l/s)	Nopeus Tulo (m/s)	Nopeus (tehostus) Tulo (m/s)	Nopeus Poisto (m/s)	Nopeus (tehostus) Poisto (m/s)	Kanavakoko Tulo	Kanavakoko Poisto
1	545	709	577	750	4,3	5,6	4,6	6,0	DN 400	DN 400
2	117	152	123	160	3,7	4,8	3,9	5,1	DN 200	DN 200
3	459	597	486	632	3,7	4,7	3,9	5,0	DN 400	DN 400
4	160	208	170	221	3,3	4,2	3,5	4,5	DN 250	DN 250
5	418	543	437	568	3,3	4,3	3,5	4,5	DN 400	DN 400
6	645	839	678	881	3,3	4,3	3,5	4,5	DN 500	DN 500

5.4.2 Konehuoneen ja pystyroilojen tilantarve -taulukko

Optiplanilla ilmanvaihtokonehuoneen tilantarpeen määrittämiseen käytetään Excel laskentataulukkoa. Kuvassa 6 on esitetty konehuoneen ja pystyroilojen tilantarve -taulukon tulostusasu. Taulukossa on kerrottu konehuoneen tarvitsemat mitat. Aluksi määritetään ilmamäärätaulukoiden avulla rakennukseen tarvittavat ilmamäärät, joiden perusteella valitaan ilmanvaihtokone. Taulukkoon kirjataan koneen pituus, leveys ja korkeus, joiden mukaan se laskee alustavan koon ilmanvaihtokonehuoneelle.

The screenshot shows the Optiplan software interface for calculating machine room and office building requirements. The form is titled 'Konehuoneen tilantarve - ja liikerakennuksissa' and includes input fields for room volume, air flow, and dimensions. The form is divided into sections for 'Konehuoneen tilantarve' (Machine room requirements) and 'Pystyroilojen tilantarve' (Vertical duct requirements). The 'Konehuoneen tilantarve' section includes input fields for room volume, air flow, and dimensions, and a graph showing the relationship between air flow and room volume. The 'Pystyroilojen tilantarve' section includes input fields for room volume, air flow, and dimensions, and a graph showing the relationship between air flow and room volume.

Kuva 6. Konehuoneen ja pystyroilojen tilantarve. (Kuva Samuel Anttila)

Opinnäytetyössä laadittiin uusi kolmiosainen laskentataulukko ilmanvaihtokonehuoneen ja pystyroilojen alustavan tilantarpeen määrittämiseen toimisto- ja liikeraken-

nuksissa. Taulukko on tehty RT 92-10478 –kortin ohjeiden mukaisesti. Taulukon ensimmäisessä osassa voidaan laskea konehuoneen tarvitsema pinta-ala rakennuksen tilavuuden mukaan, jolloin taulukko antaa pinta-alan minimi- ja maksimiarvon. Konehuoneen mitoituksessa suositellaan käyttämään arvoa minimin ja maksimin väliltä, kuitenkin jos rakennuksessa on esimerkiksi runsaasti liike- tai autohallitiloja, suositellaan käyttämään taulukon antamaa maksimiarvoa.

Taulukon toisessa osassa määritetään toimisto- ja liikerakennuksen ilmanvaihtokonehuoneen vapaa korkeus konehuoneen pinta-alan mukaan. Taulukko antaa konehuoneelle alustavat maksimi- ja minimikorkeudet, joiden väliltä suunnittelija määrittää riittävän korkeuden. Ilmanvaihtokonehuoneen korkeus ei kuitenkaan missään tilanteessa ole alle 3 metriä.

Kolmantena osana laskentataulukossa voi määrittää alustavasti pystyroilojen tarvitseman lattiapinta-alan rakennustilavuuden mukaan. Taulukko laskee pystyroilojen vaatimat maksimi- ja minimi pinta-alat. Suunnittelija määrittää tarvittavan pinta-alan ottaen huomioon, että yksinkertaisessa liikerakennuksessa, jossa kerrokset ovat lähes samanlaisia, pinta-ala valitaan läheltä alarajaa. Monimutkaisemmissa rakennuksissa, joissa toistuvuutta on vähän ja kerrokset erilaisia, voidaan yläraja ylittää.

6 TILAVARAUSUUNNITTELU

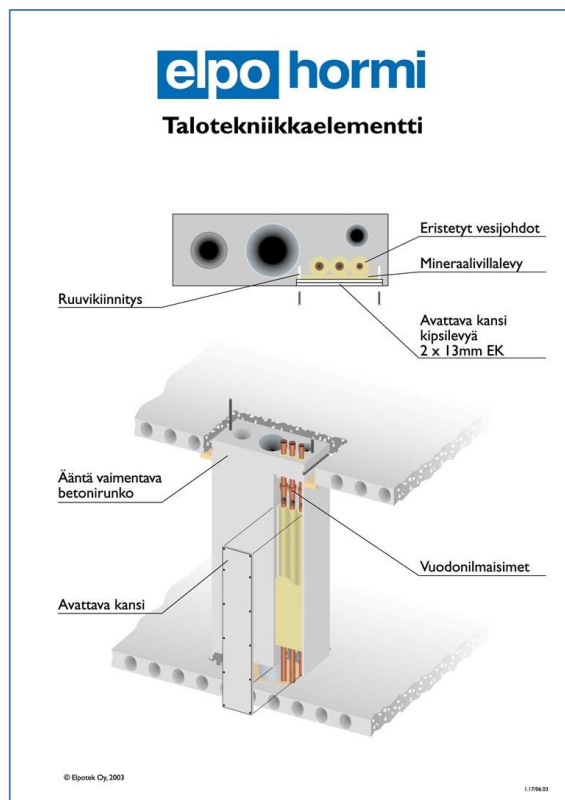
LVI-suunnittelijan on esitettävä talotekniikalle riittävät tilantarpeet. Tilavarauksia tehdessä on huomioitava asennusten ja laitteiden vaatimat huoltoalueet ja -tilantarpeet. Erilaisia tilavarauksia ovat mm. kuilut, lämmönjakohuoneet ja konehuoneet. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 2, 35)

6.1 Talotekniikan pystynousujen tilavaraussuunnittelu

Kuilu on yleisnimitys pystysuoralle yhtenäiselle tilalle, jossa kulkee ilmastointikanavia, lämpö-, vesi-, ja viemäriputkia sekä sähkö- ja tietoliikennekaapeleita kerroksesta toiseen. Yleensä kuilu on palo-osastoitu tila, jolloin sitä kutsutaan roiloksi.

Hormielementti on betonivalmisteinen kuilu, johon on valettu valmiiksi tarvittavat kanavat ja putket. Kuilujen tilavaraukset tehdään jo ehdotussuunnitteluvaiheessa ja ne on määritettävä siten, että ne mahdollistavat oikeanlaisten laitteiden asennukset sekä jättävät riittävästi tilaa huoltamiseen ja puhdistamiseen. Lisäämällä kuilujen määrää voidaan vaikuttaa alakattokorkeuksiin, koska tarvitaan vähemmän vaakakanavia. Toisaalta kuilut vievät rakennuksesta pohjapinta-alaa, jonka vuoksi hormisijoittelu tulee harkita tapauskohtaisesti mm. ilmastointijärjestelmien, kanava mitoituksen, tilojen käyttötarkoituksen sekä palo-osastoinnin mukaan. (Sandberg 2014, Ilmastointitekniikka osa 2, 372)

Hormielementtien käyttö nopeuttaa työmaalla pystynousujen asentamiseen kuluva-aikaa, koska elementtiin on valmiiksi valettu suunnitelmissa esitetyt putket ja kanavat. Betonirakenteisia talotekniikan hormielementtejä ovat esimerkiksi Ruduksen valmistamat Elpo-hormit sekä Lujabetonin hormielementit. Kuvassa 7 on esitetty Elpo talotekniikkaelementti.



Kuva 7. Elpo-hormielementti (Ruduksen www-sivut 2016)

6.1.1 Ilmanvaihtokanavien tilavaraukset

Hormielementtien tilavarauksia tehdessä on varattava riittävästi tilaa kanaville ja niiden eristykselle. Työmaalla tehtäviin kuiluihin tulee puolestaan varata tilaa kannakoinnille, asennus- ja eristystyölle, säädöille sekä huolloille. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon kerroksien kanaviin tarvittavat palopellit, säätöpellit sekä äänenvaimentimien asennustila.

Keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän talotekniikkahormeissa kulkee yleensä suurempia kanavia, joihin on liitetty useampia asuntoja. Vaatehuoneiden poistoilmaa ei yleensä yhdistetä samaan yhteiseen poistokanavaan, vaan se tuodaan omana erillisenä kanavana vaatehuoneiden sisältämän suuren palokuorman takia.

Hajautetussa järjestelmässä hormoneissa kulkee useita pienempiä kanavia, koska jäteilma johdetaan yleensä erikseen jokaisesta asunnosta suoraan katolle. Mikäli ulkoilmaa ei voida ottaa asuntoon huoneiston seinästä, voidaan ulkoilma ottaa myös vesikatolta. Jos riittävän lähellä rakennusta on vilkkaasti liikennöity tie, ulkoilmaa ei voida välttämättä ottaa rakennuksen tien puoleiselta ulkoseinältä pölyn ja pakokaasun vuoksi, ellei etäisyysvaatimukset epäpuhtauslähteeseen täyty.

6.1.2 Vesi- ja viemäriputkien tilavaraukset

Hormielementtiin tulevat vesiputkien pystynousut ovat yleensä materiaaliltaan kuparia. Komposiittiputkien käyttöön vaikuttaa veden laatu kohteen sijaintipaikassa. Vesiputkien pystynousut tulee lämmöneristää ja mikäli ne eivät ole paloeristetyssä roilossa tai hormielementissä, ne täytyy paloeristää. Lämmöneristyksillä vältetään veden mahdolliselta kondensoitumiselta putken pinnalle.

Jätevesiviemärit kulkevat hormielementissä usein vesikatolle, jossa ne toimivat tuuletusviemäreinä. Hormielementin alapuolelle yleensä kellariin tai alapohjaan tehdään viemärin betonointi, joka toimii äänieristeenä.

Sadevesiviemärit voidaan tuoda alas rakennuksen ulkoseinällä tai hormielementissä. Hormielementissä kulkevat sadevesiviemärit lämmöneristetään kondensoitumisriskin takia. Sadevesiviemärit eivät välttämättä tarvitse betonointia.

6.1.3 Lämmitysputkien tilavaraukset

Rakennuksen lämmitys- ja jäähdytysputkien pystynousut voidaan tehdä hormielementtiin samalla periaatteella, kuin vesiputkien pystynousut. Rakennuksen ilmanvaihtokonehuoneen ollessa vesikatolla, ilmanvaihdon lämmitys- ja jäähdytysputket viedään usein hormielementissä katolle. Lämmitys- ja jäähdytysputket tulee lämmöneristää, jolloin vältetään lämmitysputkien suurilta lämpöhäviöiltä sekä jäähdytysputkien pinnalle mahdollisesti kondensoituvalta vedeltä.

6.2 Ilmanvaihtokonehuoneen tilavaraussuunnittelu

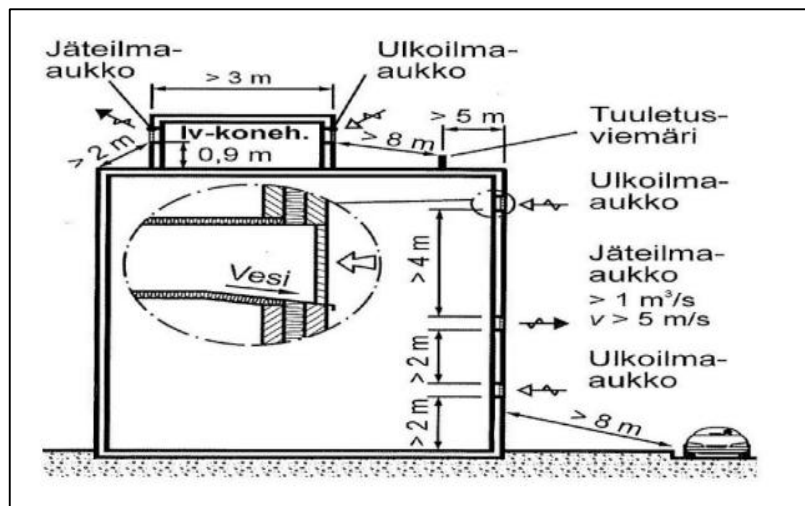
Tässä kappaleessa kerrotaan ilmanvaihtokonehuoneen tilavaraussuunnittelusta ja ilmanvaihtokoneen sijoittamisesta keskitetyssä sekä hajautetussa ilmanvaihtojärjestelmässä.

6.2.1 Keskitetty järjestelmä

Ilmanvaihtokonehuoneen tilavaraussuunnittelussa määritetään riittävästi tilaa koneen huoltoa ja puhdistusta varten. Riittävänä huoltotilana pidetään yleensä koneen huoltopuolella olevaa ilmanvaihtokoneen levyistä ja korkuista tilaa sekä koneen takana vähintään 400 mm vapaata tilaa. Jos korkeiden koneiden seinänpuolella on osia, joiden luokse on päästävä, on takana oltava silloin enemmän tilaa, siten että esimerkiksi tikkailla pääsee työskentelemään koneen takana. (Seppänen 2004, 109)

Ilmanvaihtokonehuoneen suunnittelussa tulee ottaa huomioon ulkoilman sisäänotto niin, että ilmanlaatu on mahdollisimman hyvä. Yleensä ulkoilma-aukot sijoitetaan rakennuksen sisäpihan puolelle kauemmaksi liikennöidyistä teistä. Näin voidaan estää liikenteen pako- ja savukaasujen pääsy tuloilman kautta sisätiloihin. Sijoitukseen

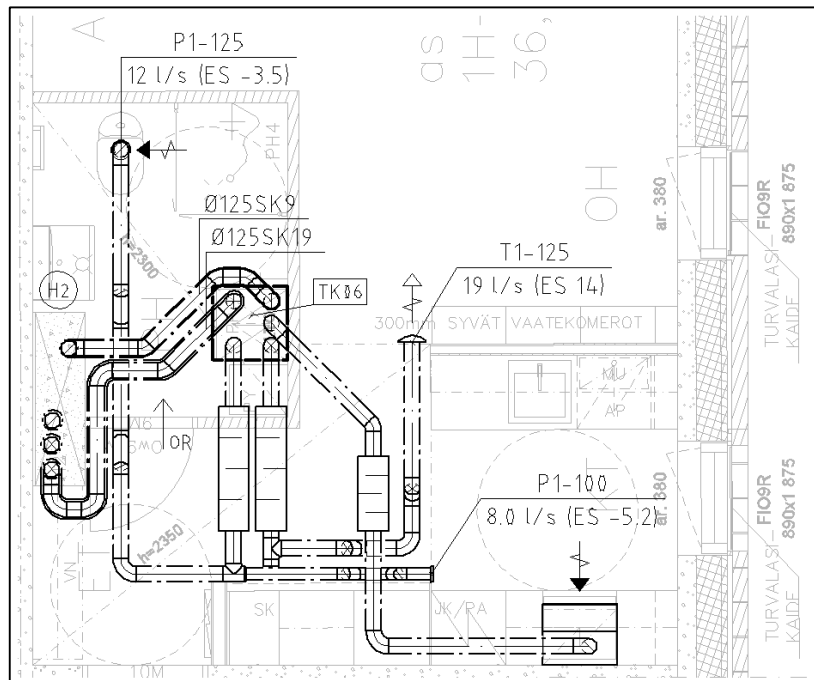
vaikuttavat myös muut ilman laatua huonontavat asiat, kuten pysäköintipaikat ja rakennuksen oma jäteilma sekä tuuletusviemärit. Kuvassa 8 on havainnollistettu konehuoneen ulkoilmanoton tarvitsemia etäisyyksiä. (Seppänen 2004, 111)



Kuva 8. Ilmanvaihtokonehuoneen tarvitsemia etäisyyksiä. (Seppänen 2004, 111)

6.2.2 Hajautettu järjestelmä

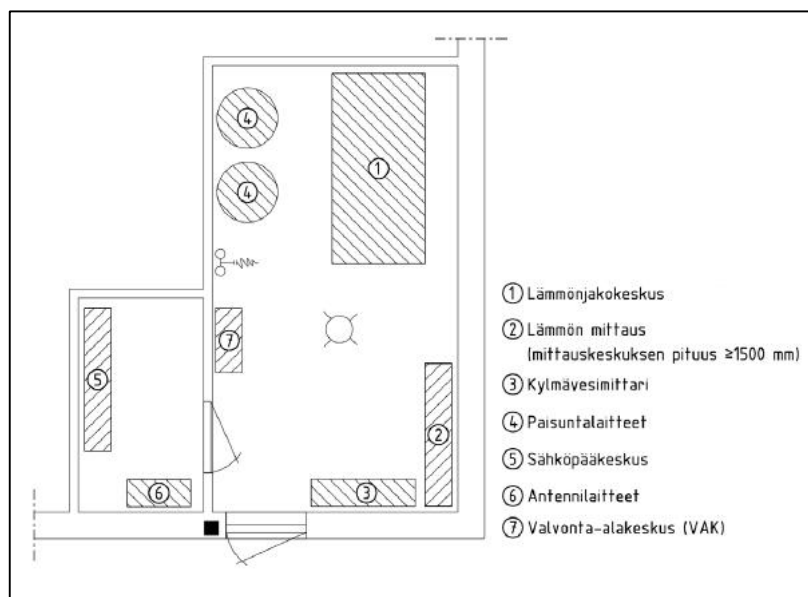
Ilmanvaihtokoneen sijoittamisessa huomioidaan laitteen huollon ja puhdistamisen tarvitsema tila. Kuvassa 9 on esitetty asuntokohtaisen ilmanvaihtokoneen sijoittaminen kylpyhuoneeseen. Esimerkkikohteessa ilmanvaihtokone sijaitsee katon alarajassa heti alakaton alapuolella. Ulkoilma ja jäteilma on molemmat johdettu hormielementissä rakennuksen vesikatolle.



Kuva 9. Esimerkki asuntokohtaisen ilmanvaihtolaitteen sijoittamisesta pesuhuoneeseen. (Kuva Samuel Anttila)

6.3 Lämmönjakohuoneen tilavaraussuunnittelu

Optiplanin suunnittelijat mitoittavat lämmönjakohuoneen tilavaruksen koon yleensä kokemuksen perusteella. Asuinkerrostalon lämmönjakohuoneen tilavaruksia tehdessä nyrkkisääntönä on usein käytetty, että noin 10 m² riittää varauksen kooksi. Sen mukaan tekemällä lämmönjakohuoneesta saadaan selkeämpi, eikä sitä tarvitse myöhemmin korjata ja siirtää. Lämmönjakohuoneessa on huomioitava riittävät etäisyydet laitteiden välillä, jolla mahdollistetaan laitteiden huolto sekä puhdistaminen. Suunnittelussa on myös huomioitava sähkökaapeliin ja laitteiden tarvitsemat tilat, valvontalakeskus (VAK), kaukolämmön mittaus, vesimittari, paisuntalaitteet sekä laitteiden sijoittelu. Kun lämmönjakohuone jaetaan useammalle rakennukselle, on suositeltavaa esittää myös eri rakennuksiin lähtevät vesi ja lämmitysputket. Kuvassa 10 on esitetty esimerkki lämmönjakohuoneen laitesijoittelusta. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 28.1.2016; Sipilä henkilökohtainen tiedonanto 28.1.2016)



Kuva 10. Lämmönjakohuoneen laitesijoittelu (Energiateollisuus 2013, K1, 63)

LVI 06-10105-kortissa on annettu lämmönjakohuoneen ohjeellisia tilantarpeita ja ne on esitetty taulukossa 3. Lämmönjakohuoneen on oltava riittävän suuri laiteasennuksiin sekä lämpölaitoksen mittauskeskuksen asennus- ja huoltotoimenpiteisiin. (LVI 06-10105 1988, 2)

Taulukko 3. Lämmönjakohuoneen ohjeellisia tilantarpeita. (LVI 06-10105 1988, 2)

Teho kW	Lattiapintala m ²	Huonekorkeus m
10	2	2,2
20	2	2,2
60	3	2,3
100	8	2,3
200	8	2,4
300	10	2,4
400	10	2,5
500	12	2,5
600	12	2,6
800	12	2,6
1000	14	2,7
1500	16	2,8
2000	16	2,9
2500	18	3,0
3000	18	3,0
5000	20	3,2

6.3.1 Vesimittari

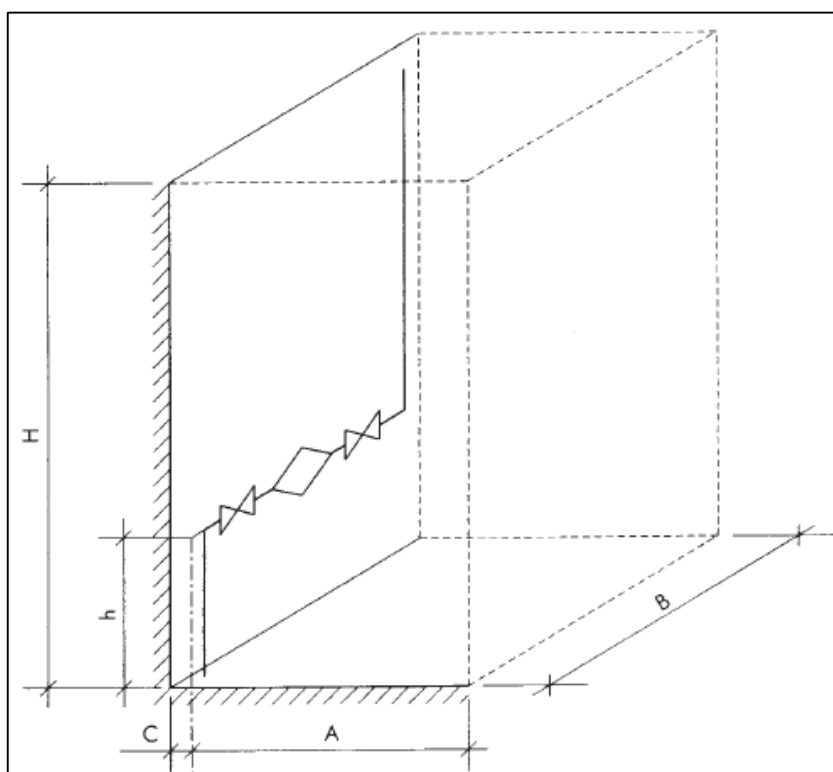
Rakennussuunnitelmassa vesimittarille on osoitettava oma tila. Mikäli se on mahdollista, vesimittari sijoitetaan välittömästi siihen kohtaan perusmuurin sisäpuolelle, jos-

ta tonttivesijohto tulee rakennukseen sisään. Vesimittarin asentamisen ja mahdollisen sulkemisen vuoksi, sen luokse tulee olla esteetön pääsy. Se asennetaan usein esimerkiksi lämmönjakohuoneeseen tai pumppuhuoneeseen, missä mittarille on varattava riittävästi tilaa. Vesimittarin tilantarpeen määrittämiseen voidaan käyttää taulukossa 4 olevia ohjearvoja. (LVI 06-10105 1988, 3)

Taulukko 4. Vesimittarin tilantarpeen määrittäminen. (LVI 06-10105 1988, 3)

Normivirtaamien summa Q dm^3/s	A mm	B mm	C mm	H mm	h mm
$Q \leq 4$	> 600	> 800	≥ 80	> 1600	150...1000
$4 < Q \leq 20$	> 600	> 800	≥ 90	> 1600	150...1000
$20 < Q \leq 60$	> 600	> 800	≥ 130	> 1600	150...1000
$60 < Q$	> 900	> 2500	≥ 350	> 2000	300... 800

Kuvassa 11 on havainnollistettu taulukossa 4 esitettyjä arvoja. Mitat A ja B ovat vesimittarin tarvitsemaa lattiatilaa asennusta sekä huoltoa varten. Mitta C on vesimittarin etäisyys seinästä ja H on tarvittava huonekorkeus. Vesimittarin korkeus lattiasta on esitetty mitalla h.

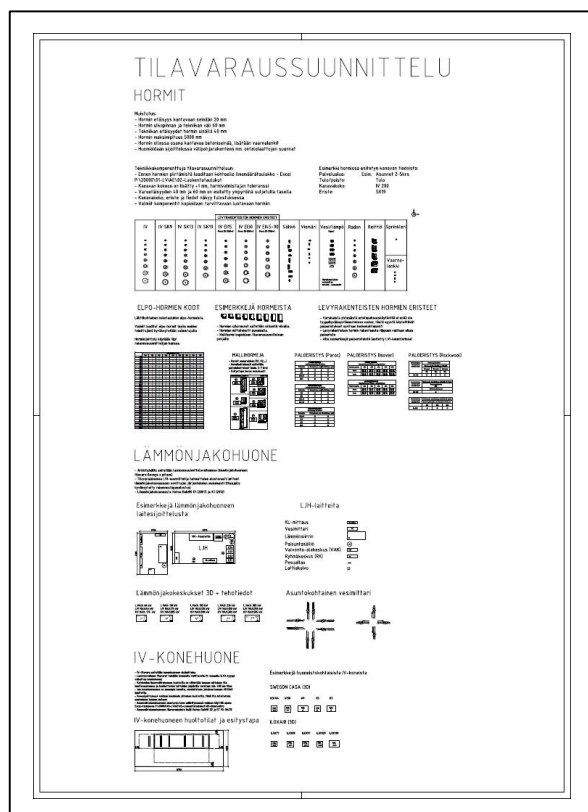


Kuva 11. Taulukossa 4 esitetyt mitat. (LVI 06-10105 1988, 3)

7 TILAVARAUSTEN ESITYSTAPA

Opinnäytetyössä tehtiin ehdotussuunnitteluvaiheessa käytettävä tilavarauksien dwg-tiedostomuotoinen mallipohja, joka on nähtävissä kuvassa 12. Se pitää sisällään ohjeita erilaisten tilavarauksien suunnitteluun ja paloeristykseen, valmiit osat hormielementtien tilavarauksiin, malliesimerkkejä sekä lämmönjakohuoneen laitteita. Malliesimerkkejä esitystavasta löytyy hormielementeille, ilmanvaihtokonehuoneelle ja lämmönjakohuoneelle. Osa kerätystä aineistosta oli jo aiemmin tehty ja osa valmistui opinnäytetyön myötä. Kaikki tilavarauksiin tarvittavat tiedot kerättiin yhteen tiedostoon, josta ne löytyvät helposti. Mallitiedoston avulla ehdotussuunnitteluvaiheen tilavarauksien määrittäminen nopeutuu sekä riski virheiden tekemiseen pienenee. Suunnittelun tehostaminen laadusta tinkimättä vaikuttaa positiivisesti ehdotussuunnittelun aikatauluun ja suunnittelun kustannuksiin.

Mallitiedostossa kohta hormit on tarkoitettu pääasiassa hormielementtien tilavarauksiin, mutta siihen on esitetty jotain levyrakenteisten kuilujenkin tilavarausta helpottavia asioita. Esimerkiksi paloeristykseen liittyvät ohjeet on tarkoitettu levyrakenteisille kuiluille. Tiedostoon on liitetty hormielementtien koko taulukko, josta näkee mahdolliset koot hormielementeille. Mitat ovat 50 mm:n välein. IV-konehuone osiossa on ilmanvaihtokonehuoneen esitystapa sekä useimmin käytettyjä pienempiä ilmanvaihtokoneita valmiina, josta ne ovat kopioitavissa suoraan projektiin.

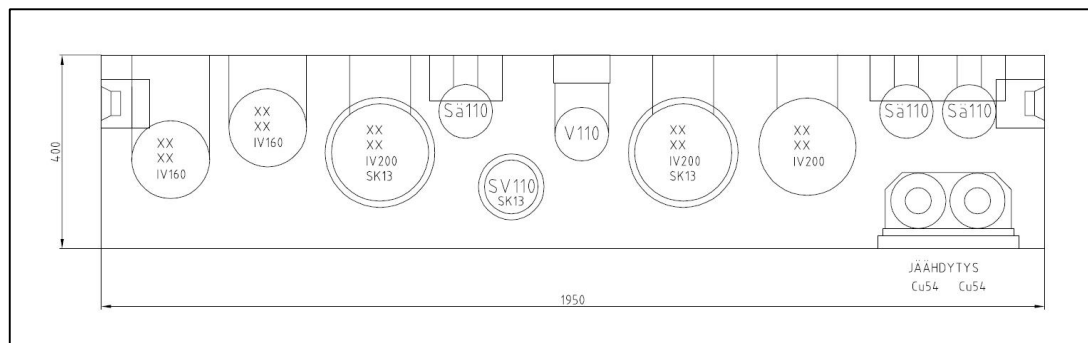


Kuva 12. Työn yhteydessä laadittu MagiCAD –mallitiedosto. (Kuva Samuel Anttila)

7.1 Pystynousut

Kuvassa 13 on esitetty esimerkki hormielementin tilavarauksesta. Suunnittelussa on otettava huomioon kanavien ja putkien tarvitsemat tietyt etäisyydet toisiinsa nähden hormielementin sisällä. Tilavaraukseen esitetään kanavien ja putkien avautumissuunta hormista ulos. Hormielementin ja kantavan seinän väliin jätetään 20 mm väli, jotta elementin nostaminen paikalleen on mahdollista. Esimerkin tilavarauksen päätyihin on varattu tilaa vaarnalenneille, joiden avulla hormielementti kiinnitetään kahden kantavan seinän väliin. Hormielementin sisällä eristys tehdään yleensä solukumieristeellä, koska lämmöneristysvilla vie huomattavasti enemmän tilaa. Suurempi hormi vie enemmän lattiapinta-alaa ja maksaa enemmän. Kuvan tilavarauksessa on jäähdytysputket, joissa on 30 mm lämmöneristys. Vesi- ja lämpöputkien nousut esitettäisiin samalla tavalla kuin jäähdytysputket. Talotekniikkasuunnittelija esittää hormin tilavaraukseen myös sähkönousut, joiden määrä ja sijainti sovitaan erikseen sähkösuunnittelijan kanssa.

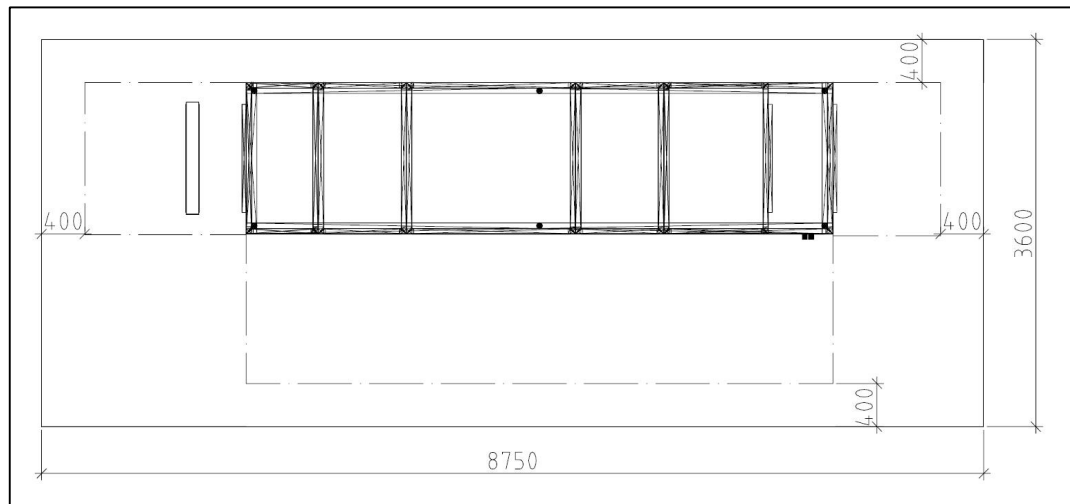
Mallihormin lisäksi mallipohjaan tehtiin valmiita kanava- ja putkikomponentteja erilaisilla eristyksillä, jotta ehdotussuunnitteluvaiheessa voidaan käyttää valmiita objekteja.



Kuva 13. Hormielementin tilavaraus. (Kuva Samuel Anttila)

7.2 Ilmanvaihtokonehuone

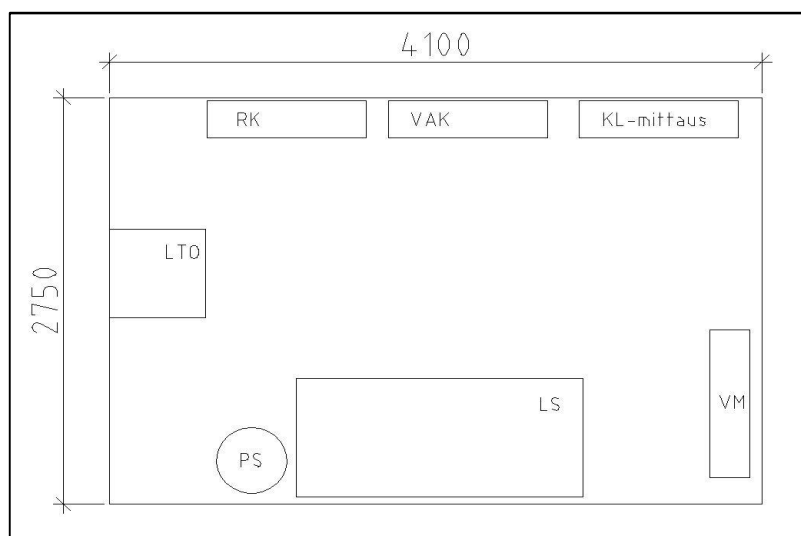
Ilmanvaihtokonehuoneen tilavarausten esitystapa on nähtävissä kuvassa 14. Tilavaraukseen on esitetty ilmanvaihtokone. Konehuoneen tilavarauksen koko merkitään sisämittoina. Katkoviivalla on hahmoteltu ilmanvaihtokoneen tarvitsema huoltopuolen tila ja koneen molempiin pätyihin on varattu tilaa ilmanvaihtokanaville. Koneen taakse on varattu 400 mm tilaa huoltoon ja puhdistamiseen. Mikäli ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotto periaate ei ole vielä tiedossa, kannattaa tilavaraus valita suuremman järjestelmän mukaan. Esimerkiksi vastavirta lämmöntalteenotto tarvitsee enemmän tilaa, kuin nestekiertoinen. Tällä varmistutaan jo ehdotussuunnitteluvaiheessa riittävän suuresta ilmanvaihtokonehuoneesta.



Kuva 14. Ilmanvaihtokoneen tilavaraus. (Kuva Samuel Anttila)

7.3 Lämmönjakohuone

Työn yhteydessä tehdyissä haastatteluissa kysyttiin myös lämmönjakohuoneen tilavarausten esitystavasta. Vastauksissa todettiin parhaaksi, että tilavaraukseen hahmotellaan lämmönjakohuoneen koko ja sijoitellaan sinne myös laitevaraukset. Laitevarauksilla pystytään varmistumaan tarpeellisista laitteista ja että saadaan riittävät huoltotilat jo ehdotussuunnitteluvaiheessa. Malli dwg-tiedostossa on esitetty muutama mallipohja lämmönjakohuoneen tilavarauksista sekä laitesijoittelusta. Kuvassa 15 on mallitiedostosta haettu esimerkki.



Kuva 15. Lämmönjakohuoneen tilavaraus ja laitesijoittelu. (Kuva Samuel Anttila)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli yhtenäistää Optiplanin toimintatapoja ehdotussuunnitteluvaiheen tilavarauksissa. Ehdotussuunnittelun lähtötilanne selvitettiin haastattelemalla yhteensä kuutta vastaavaa suunnittelijaa Optiplanin neljästä eri toimipisteestä. Tavoitetilanteeseen pääseminen edellytti perehtymistä tilavaraussuunnitteluun ja rakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen.

Opinnäytetyöllä saavutettiin yhteinen toimintatapa ehdotussuunnitteluvaiheen tilavarausten esittämiseen MagiCAD mallitiedoston avulla sekä yhteinen laskentatapa parannettujen Excel laskentatyökalujen avulla. Uudet toimintatavat tulevat nopeuttamaan ehdotussuunnitteluvaiheessa tehtäviä tilavarauksia sekä vähentämään mahdollisia virheitä. Excel laskentatyökaluilla tehdyt dokumentit tallennetaan Optiplanin verkkoasemalle projektin omiin tiedostoihin, josta ne ovat helposti jokaisen projektissa mukana olevan suunnittelijan löydettävissä.

LÄHTEET

- Kortelainen, J. 2016. Tiiminvetäjä, Optiplan Oy. Tampere. Videohaastattelu 2.2.2016.
- LVI 06-10105. Tilanvarausohjeet. 1988. Helsinki: Rakennustieto.
- Mantela, J. 2016. Senior Advisor, Optiplan Oy. Turku. Haastattelu 27.1.2016.
- Marttila, J. 2016. Tiiminvetäjä, Optiplan Oy. Helsinki. Haastattelu 28.1.2016.
- Moilanen, M. 2016. Ryhmäpäällikkö, Optiplan Oy. Oulu. Videohaastattelu 1.2.2016.
- Optiplanin www-sivut. 2016. Viitattu 31.1.2016. www.optiplan.fi
- Parocin www-sivut. 2016. Viitattu 31.1.2016. www.paroc.fi
- Rakennusten kaukolämmitys K1. 2013. Määräykset ja ohjeet. Energiategollisuus ry.
- Ruduksen www-sivut. 2016. Viitattu 2.5.2016. www.rudus.fi
- Sandberg, E. 2014. Ilmastointilaitoksen mitoitus. Ilmastointitekniikka osa 2. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- Sandberg, E. 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- Seppänen, O. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- Sipilä, H. Tiiminvetäjä, Optiplan Oy. Helsinki. Haastattelu 28.1.2016.
- Suomen RakMK C1. 1998. Äänieristys ja meluntorjunta rakennuksissa. Määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.
- Suomen RakMK D2. 2012. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.
- Suomen RakMK E1. 2011. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.
- Suomen RakMK E7. 2004. Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2004. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.
- Suonpää, O. 2016. Nuorempi suunnittelija, Optiplan Oy. Turku. Haastattelu 25.1.2016.
- Ympäristöministeriö. 2012. D3 Laskentaopas. Kesäajan huonelämpötilan vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen.

HAASTATTELUKYSYMYKSET

Yhtenäisten toimintamallien luominen ehdotussuunnitteluvaiheeseen

1. Käydään läpi kuvat tilavarauksista ja niiden esitystapoja:

- Mitä tietoja on mielestäsi tärkeä esittää tilavaroissa (esim. hormien osalta)
- Mitä viivat tarkoittaa? / Mitä haluat viivoilla kuvata, mihin värimaailma perustuu?
- Hyviä/huonoja puolia? Onko esitystavoissa jotain parannettavaa?
- Mikä selkein? / Voisitko muuttaa oma tilavaran esitystapaasi? Olisiko näissä hyviä vaihtoehtoja?
- Mitä ehdottomasti haluaisit säilyttää omassa esitystavassasi?
- Muita kommentteja?
- Miten tilavarasuunnittelussa näkyy onko kyseessä elpo, luja vai paikalla tehty hormi?
- Mitä tulee erityisesti huomioida, eri hormijärjestelmissä?
- Riittääkö ilmanvaihtokonehuoneen ja lämmönjakohuoneen yksinkertainen tilavaraus, jossa on vain viivat vai tarvitaanko tarkempaa, jossa esitettynä myös laitteet ja niiden paikat?

2. Mitoitus ja mallinnus

- Miten luonnossuunnitteluvaiheen hormitilavarauksia tehdessä selvitetään kanavakoot ja ilmamäärät?
- Minkälaisia aputyökaluja on käytetty (Excel)?
- Miten teette ilmanvaihtokonehuoneen ja lämmönjakohuoneen mitoituksen? Onko siihen valmiita aputyökaluja?
- Löytyykö tilavarasuunnitteluun yleisesti joitain valmiita aputyökaluja?
- Teettekö hormit mallintamalla vai 2d:nä? Olisiko tarvetta mallintaa?
- Onko jotain mitä pitäisi ottaa huomioon kun teen mitoitus työkaluja ilmamäärille tilavarasuunnitteluun?

3. Tiedonkulku:

- Onko esim. ilmamäärät kirjattu jonnekin ylös, millä arvoilla alun tilavarausten kanavakoot on määritetty, kun suunnitelmat siirtyvät suunnittelijalta toiselle, jotta molemmilla on ne tiedossa?
- Miten tieto liikkuu eteenpäin arkkitehdille/ toisille suunnittelijoille? Lähetetäänkö pdf vai tarvitaanko dwg-tiedosto?
- Onko dwg-kuvissa hormit pelkästään sijoitettuna pohjakuvaan vai tarvitaanko myös erillinen hormikuva, jossa on kaikki eriteltynä?

4. Yleistä

- Mitä haasteita sisältyy luonnossuunnitteluvaiheeseen? Mitä tietoja on yleensä saatu, kun luonnossuunnittelu aloitetaan?